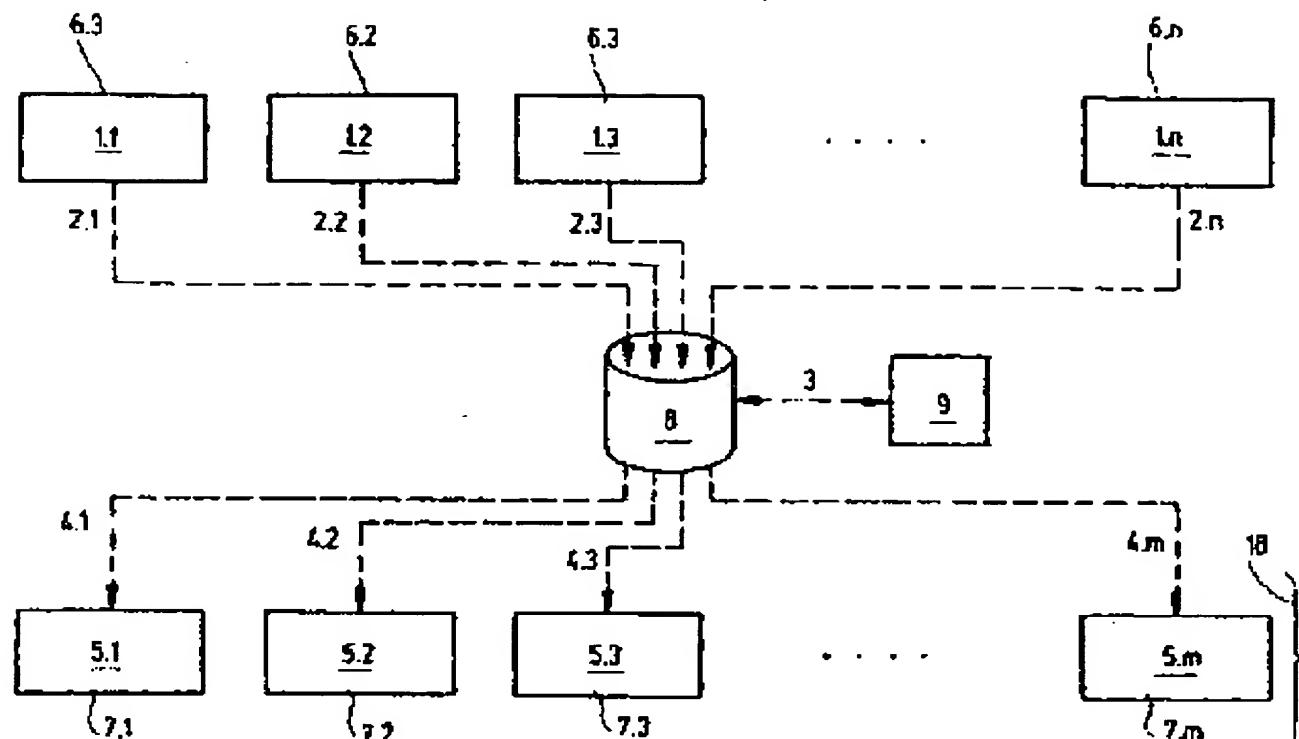


AN: PAT 2001-419220  
TI: Method to determine faults in vehicle; involves determining operational characteristics in given period, forming pattern of data and comparing pattern with operational data obtained during operation  
PN: DE19959526-A1  
PD: 13.06.2001  
AB: NOVELTY - The method involves determining operational characteristics and other information in a given time period in a number of vehicles (6.1-6.n). The determined characteristics are used to produce a pattern, to which faults are assigned. The pattern is described in a given form. The actual measured operational characteristics obtained during operation of a vehicle (7.1-7.m) are compared with the pattern, to determine faults. DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is included for a diagnostic unit for implementing the method.; USE - To determine faults in vehicle. ADVANTAGE - Predictive fault determination with good accuracy. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a diagram to illustrate the method. A number, n, of operational characteristics and other information are made 1.1-1.n Characteristic and other information are delivered to an external fault memory 2.1-2.n Analysis of operational characteristics 3 Description of characteristic data pattern are transmitted to a number of vehicles 4.1-4.m Measured characteristic data are compared with data patterns 5.1-5.m Numbers of vehicles 6.1-6.n, 7.1-7.m External fault memory 8 External computer unit 9 Diagnosis unit 18  
PA: (BOSC ) BOSCH GMBH ROBERT;  
IN: KLAUSNER M;  
FA: DE19959526-A1 13.06.2001; JP2003516275-W 13.05.2003;  
WO200143079-A1 14.06.2001; EP1153368-A1 14.11.2001;  
KR2001108191-A 07.12.2001;  
CO: AT; BE; CH; CY; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; JP;  
KR; LI; LU; MC; NL; PT; SE; US; WO;  
DN: JP; KR; US;  
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC;  
NL; PT; SE; LI;  
IC: B60R-016/02; B60S-005/00; G01D-021/00; G01M-017/00;  
G01M-017/007; G01M-019/00; G07C-005/08;  
MC: S02-J02; T01-J07C; T05-G01; X22-A05; X22-X06;  
DC: Q17; S02; T01; T05; X22;  
FN: 2001419220.gif  
PR: DE1059526 09.12.1999;  
FP: 13.06.2001  
UP: 29.05.2003





⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 199 59 526 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
**G 01 M 17/00**  
G 01 M 19/00  
B 60 R 16/02

⑯ Aktenzeichen: 199 59 526.7  
⑯ Anmeldetag: 9. 12. 1999  
⑯ Offenlegungstag: 13. 6. 2001

DE 199 59 526 A 1

⑯ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

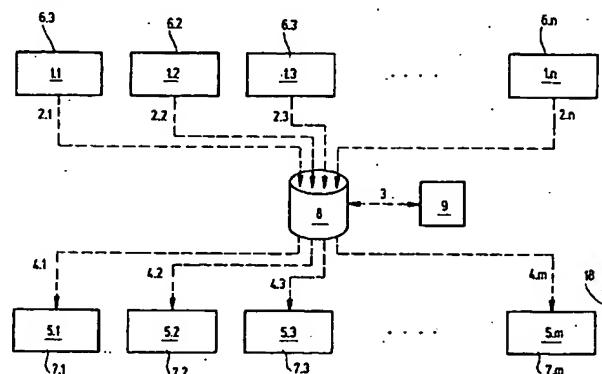
Klausner, Markus, Dr., Pittsburgh, US

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Verfahren zum Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs (7.1, 7.2 bis 7.m), wobei in einem Kraftfahrzeug (6.1, 6.2 bis 6.n) Betriebskenngroßen und Informationen zur Charakterisierung der Betriebskenngroßen über einen bestimmten Zeitraum hinweg erfasst werden. Um ein prädiktives Erkennen von Fehlern des Kraftfahrzeugs (7.1, 7.2 bis 7.m) mit einer hohen Zuverlässigkeit zu ermöglichen, wird ein Verfahren mit den nachfolgenden Schritten vorgeschlagen:

- aus den vor dem Auftreten eines bestimmten Fehlers in dem Kraftfahrzeug (6.1, 6.2 bis 6.n) erfassten Betriebskenngroßen wird ein Betriebskenngroßen-Muster erstellt, das dem Fehler zugeordnet ist;
- das Betriebskenngroßen-Muster wird in geeigneter Form (Regeln und/oder mathematische Funktionen) beschrieben; und
- die aktuell erfassten Betriebskenngroßen werden während des Betriebs des Kraftfahrzeugs (7.1, 7.2 bis 7.m) mit den Beschreibungen der fehlercharakteristischen Betriebskenngroßen-Muster verglichen.



DE 199 59 526 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs, wobei in einem Kraftfahrzeug Betriebskenngrößen und Informationen zur Charakterisierung der Betriebsgrößen über einen bestimmten Zeitraum hinweg erfasst werden. Die Erfindung betrifft außerdem eine Diagnoseeinrichtung zum prädiktiven Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, eine präventive Wartung eines Kraftfahrzeugs auf Basis der Fahrleistung bzw. der Betriebsstunden durchzuführen. Dazu werden in dem Kraftfahrzeug bestimmte Betriebskenngrößen (z. B. die Fahrleistung oder die Betriebsdauer) über einen bestimmten Zeitraum hinweg erfasst und abgespeichert. Erreichen die Betriebskenngrößen einen vorgegebenen Wert, wird eine Kontrolle bzw. ein Austausch bestimmter Teile, Komponenten und/oder Betriebsmittel des Kraftfahrzeugs durchgeführt. Bei der bekannten präventiven Wartung verlässt man sich auf Erfahrungswerte, welche Teile, Komponenten und/oder Betriebsmittel kontrolliert bzw. ausgetauscht werden müssen, wenn bestimmte Betriebskenngrößen einen vorgegebenen Wert erreicht haben. Diese Erfahrungswerte können zum Teil erheblich von der tatsächlichen Situation in dem Kraftfahrzeug abweichen. So kann es bspw. vorkommen, dass defekte Teile, Komponenten und/oder Betriebsmittel nicht kontrolliert bzw. ausgetauscht wurden, da die entsprechenden Betriebskenngrößen einen vorgegebenen Wert noch nicht erreicht haben. Die Folge sind ein defektes Kraftfahrzeug, ein außerplanmäßiger Werkstattaufenthalt und möglicherweise sogar weitere Folgefehler aufgrund des in dem Kraftfahrzeug aufgetretenen Fehlers. Andererseits kann bei der präventiven Wartung aber auch der Fall eintreten, dass vollkommen intakte Teile, Komponenten und/oder Betriebsmittel kontrolliert bzw. ausgetauscht werden, nur weil die entsprechende Betriebskenngrößen einen vorgegebenen Wert erreicht haben. Das führt zu zusätzlichen unnötigen Arbeiten und Kosten.

Aus der DE 198 49 328 ist es zudem bekannt, in einem Kraftfahrzeug Betriebskenngrößen über einen bestimmten Zeitraum hinweg zu erfassen und abzuspeichern. Anhand der abgespeicherten Betriebskenngrößen kann nach dem Auftreten eines Fehlers in dem Kraftfahrzeug der Fehler lokalisiert werden. Dieses Verfahren erlaubt jedoch lediglich eine Diagnose eines Fehlers, nachdem dieser bereits aufgetreten ist. Eine prädiktive Diagnose, d. h. ein Erkennen eines Fehlers noch bevor er tatsächlich aufgetreten ist, ist mit diesem Verfahren nicht möglich. Mit dem bekannten Verfahren kann also ein außerplanmäßiger Werkstattaufenthalt und mögliche Folgefehler aufgrund des aufgetretenen Fehlers in dem Kraftfahrzeug nicht vermieden werden.

Aus der US 5,528,516 ist ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern in einem komplexen System auf der Grundlage beobachtbarer Betriebskenngrößen bekannt. Als komplexe Systeme, in denen das bekannte Verfahren zum Einsatz kommen kann, werden u. a. komplexe Fahrzeuge, wie bspw. ein Raumschiff, genannt; der Einsatz in Kraftfahrzeugen wird nicht erwähnt. In den Ausführungsbeispielen wird das bekannte Verfahren zum Erkennen von Fehlern eines Computernetzwerks und eines Satellitensystems beschrieben. Es wird auch erwähnt, das bekannte Verfahren zur medizinischen Diagnose der Symptome eines Patienten einzusetzen. Bei dem beschriebenen Verfahren werden Betriebskenngrößen des komplexen Systems über einen bestimmten Zeitraum hinweg erfasst und abgespeichert. Beim Auftreten eines bestimmten Fehlers wird aus den erfassten Betriebs-

kenngrößen ein Betriebskenngrößen-Muster erstellt, dem der Fehler zugeordnet ist. Aus dem Betriebskenngrößen-Muster werden redundante oder unnötige Informationen eliminiert. Anhand des reduzierten Betriebskenngrößen-Musters kann dann ein in dem komplexen System auftretender Fehler identifiziert und lokalisiert werden. Eine Fehlervorschau ist mit dem bekannten System nicht möglich.

Des weiteren wird das bekannte Verfahren jeweils für ein einzelnes komplexes System eingesetzt. An eine Kombination der erstellten Betriebskenngrößen-Muster mehrerer komplexer Systeme ist nicht gedacht. Das hat den Nachteil, dass die Betriebskenngrößen-Muster für jedes einzelne zu diagnostizierende System erstellt werden müssen und ihre Aussage nicht ohne weiteres auf andere komplexe Systeme übertragen werden kann.

Aus den beschriebenen Nachteilen des Standes der Technik ergibt sich die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein prädiktives Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs mit einer hohen Zuverlässigkeit zu ermöglichen.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung, ausgehend von dem Verfahren zum Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs der eingangs genannten Art ein Verfahren vor, das gekennzeichnet ist durch die nachfolgenden Schritte:

- aus den vor dem Auftreten eines bestimmten Fehlers in dem Kraftfahrzeug erfassten Betriebskenngrößen wird ein Betriebskenngrößen-Muster erstellt, das dem Fehler zugeordnet ist;
- das Betriebskenngrößen-Muster wird in geeigneter Form beschrieben; und
- die aktuell erfassten Betriebskenngrößen werden während des Betriebs des Kraftfahrzeugs mit den Beschreibungen der fehlercharakteristischen Betriebskenngrößen-Muster verglichen.

## Vorteile der Erfindung

In einem Kraftfahrzeug werden über einen bestimmten Zeitraum hinweg, der von Kraftfahrzeug zu Kraftfahrzeug unterschiedlich sein kann, Betriebskenngrößen erfasst. Unter Betriebskenngrößen werden all jene Informationen verstanden, die den Zustand des Kraftfahrzeugs und seiner Umwelt beschreiben. Dies sind bspw. Signale von im Kraftfahrzeug befindlichen Sensoren. Zusätzlich werden auch Informationen zur Charakterisierung der Betriebskenngrößen, bspw. der Zustand von Systemen einschließlich auftretender Fehlercodes sowie Datum, Zeit und/oder Ort der Betriebskenngrößenerfassung erfasst. Die erfassten Betriebskenngrößen und Informationen können zum Zwecke eines späteren Aufrufs abgespeichert werden. Die erfassten Betriebskenngrößen sind bspw. in Form von Vektoren abgelegt, wobei die einzelnen Vektorelemente den Werten der Betriebskenngröße zu bestimmten Zeitpunkten entsprechen.

Beim Auftreten eines bestimmten Fehlers in dem Kraftfahrzeug wird dieser identifiziert. Der Fehler kann bspw. der Ausfall einer bestimmten Komponente oder ein ungewöhnliches Signal eines bestimmten Sensors sein. Die Identifikation des aufgetretenen Fehlers erfolgt anhand der erfassten Betriebskenngrößen und der erfassten Informationen zur Charakterisierung der Betriebskenngrößen in an sich aus dem Stand der Technik bekannter Weise. Aus den vor dem Auftreten des Fehlers erfassten Betriebskenngrößen wird ein sogenanntes Betriebskenngrößen-Muster erstellt, das dem identifizierten Fehler zugeordnet ist.

Die Verarbeitung der erfassten Betriebskenngrößen zur Identifikation des Fehlers kann entweder im Rahmen einer

Onboard-Diagnose in dem Kraftfahrzeug oder außerhalb des Kraftfahrzeugs in einer Werkstatt erfolgen. Das Betriebskenngrößen-Muster ist bspw. in Form einer Matrix abgelegt, wobei die einzelnen Matrixelemente den Werten verschiedener Betriebskenngrößen zu bestimmten Zeitpunkten entsprechen. Es werden insbesondere die Zeitpunkte vor dem Auftreten des Fehlers und diejenigen Betriebskenngrößen, die von dem Fehler beeinflusst werden, betrachtet.

Außerhalb des Kraftfahrzeugs werden die Betriebskenngrößen-Muster dann durch geeignete Regeln und/oder mathematische Funktionen (z. B. Faltung) beschrieben. Die Beschreibung des Betriebskenngrößen-Musters dient der Vereinfachung und damit der Einsparung von Speicherplatz und Rechenressourcen in einem Rechner des Kraftfahrzeugs. Schließlich werden die Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster an das Kraftfahrzeug übermittelt und dort während des Betriebs des Kraftfahrzeugs mit den aktuell erfassten Betriebskenngrößen verglichen.

Während des Betriebs des Kraftfahrzeugs werden dann zur prädiktiven Diagnose von Fehlern des Kraftfahrzeugs die aktuell erfassten Betriebskenngrößen mit den zuvor ermittelten Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster verglichen, die verschiedenen Fehlern zugeordnet sind. Bevor ein Fehler in dem Kraftfahrzeug auftritt, nehmen bestimmte Betriebskenngrößen bestimmte Werte an, die für den jeweiligen Fehler charakteristisch sind. Durch einen Vergleich der aktuell erfassten Betriebskenngrößen mit den Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster können solche charakteristischen Veränderungen der Betriebskenngrößen ermittelt werden.

Mit Hilfe des erfundungsgemäßen Verfahrens können auch sehr komplexe, nicht modellierbare Zusammenhänge abgebildet werden. Mit dem erfundungsgemäßen Verfahren kann ein aller Wahrscheinlichkeit nach zukünftig auftretender Fehler des Kraftfahrzeugs vorhergesagt werden, auch wenn die erfaßten Betriebskenngrößen keine kausale Beziehung zu dem auftretenden Fehler haben. Schon bevor der Fehler überhaupt aufgetreten ist, können so geeignete Ge- genmaßnahmen eingeleitet und Folgefehler vermieden werden.

Die Vorhersage von Fehlern des Kraftfahrzeugs kann in Verbindung mit einer Aussage über die Zuverlässigkeit der Vorhersage, d. h. über die Wahrscheinlichkeit, mit der in Zukunft tatsächlich mit dem Auftreten des vorhergesagten Fehlers zu rechnen ist, erfolgen. Je näher das Auftreten eines Fehlers rückt, umso zuverlässiger kann das Auftreten des Fehlers vorhergesagt werden.

Das erfundungsgemäße Verfahren ermöglicht das prädiktive Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs noch bevor der Fehler überhaupt aufgetreten ist und bevor größere Schäden oder Folgefehler entstanden sind.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass ein bestimmtes Betriebskenngrößen-Muster einem bestimmten Fehler anhand von in mehreren Kraftfahrzeugen erfassten Betriebskenngrößen zugeordnet wird. Diese Weiterbildung geht davon aus, dass ein bestimmter Fehler jeweils in mehreren Kraftfahrzeugen (in der Regel zu unterschiedlichen Zeitpunkten) auftritt. Deshalb werden die vor dem Auftreten eines bestimmten Fehlers erfassten Betriebskenngrößen einschließlich des diagnostizierten Fehlers auf einen zentralen fahrzeugexternen Fehlerspeicher übertragen. In dem Fehlerspeicher sind die Betriebskenngrößen einer Vielzahl von Kraftfahrzeugen mit den zugeordneten Fehlern gespeichert. Anhand der in mehreren Kraftfahrzeugen erfassten Betriebskenngrößen, denen derselbe Fehler zugrunde lag, wird in dem fahrzeugexternen Fehlerspeicher ein Betriebskenngrößen-Muster ermittelt, dem dieser Fehler zugeordnet ist.

Durch die Auswertung der Betriebskenngrößen mehrerer Kraftfahrzeuge kann die Aussagekraft der Betriebskenngrößen-Muster verbessert und die Zuverlässigkeit der Vorhersage eines bestimmten Fehlers entscheidend erhöht werden.

- 5 Zur Ermittlung des fehlerspezifischen Betriebskenngrößen-Musters werden die Betriebskenngrößen eines fehlerhaften Kraftfahrzeugs mit den Betriebskenngrößen jener Kraftfahrzeuge, die diesen Fehler nicht aufweisen, verglichen. Ebenso können die einem bestimmten Fehler zugeordneten Betriebskenngrößen-Muster miteinander auf Ähnlichkeit bzw. Übereinstimmung verglichen werden. Hierfür können verschiedene, aus dem Stand der Technik bekannte Algorithmen und Methoden aus dem Bereich des Data-Mining oder des Knowledge-Discovery eingesetzt werden.
- 10 Vorteilhafterweise wird für den Vergleich der Betriebskenngrößen derselbe Zeitraum zugrundegelegt, d. h. alle Betriebskenngrößen sind auf die gleiche relative Zeitbasis normiert. Ziel der Ermittlung des Betriebskenngrößen-Musters aus den erfassten Betriebskenngrößen ist, zu klären, welche
- 15 Betriebskenngrößen und Betriebskenngrößen-Kombinationen eine eindeutige Charakterisierung eines bestimmten Fehlers erlauben, welche mathematische Beziehung zwischen den einzelnen Betriebskenngrößen besteht und ab welchem Zeitpunkt vor Auftreten eines bestimmten Fehlers die charakteristischen Betriebskenngrößen beobachtbar sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass in den Kraftfahrzeugen eines bestimmten Typs jeweils die gleichen Betriebskenngrößen erfasst werden. Wird in einem Kraftfahrzeug bspw. die Funktion der Brennkraftmaschine überwacht, so werden vorzugsweise in den Kraftfahrzeugen mit demselben Brennkraftmaschinentyp jeweils die gleichen Betriebskenngrößen erfasst. Dadurch können die Betriebskenngrößen mehrerer Kraftfahrzeuge desselben Typs zur Ermittlung des Betriebskenngrößen-Musters besser miteinander verglichen werden.

- 20 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die erfassten Betriebskenngrößen, die Informationen zur Charakterisierung der Betriebskenngrößen und die aufgetretenen Fehler von Kraftfahrzeugen eines bestimmten Typs an einen außerhalb der Kraftfahrzeuge angeordneten Fehlerspeicher übertragen und dort gespeichert werden. Der fahrzeugexterne Fehlerspeicher ist bspw. über ein Datennetzwerk mit Werkstätten verbunden, in denen die Kraftfahrzeuge gewartet werden. In den Werkstätten werden die Betriebskenngrößen aus den einzelnen Kraftfahrzeugen ausgelesen und an den fahrzeugexternen Fehlerspeicher übermittelt. Da in dem fahrzeugexternen Fehlerspeicher die Betriebskenngrößen und die aufgetretenen Fehler einer Vielzahl von Kraftfahrzeugen zusammengeführt sind, können sie dort gemeinsam verarbeitet werden. Die Betriebskenngrößen werden vorteilhafterweise mittels drahtloser Übertragungsverfahren aus den einzelnen Kraftfahrzeugen an den fahrzeugexternen Fehlerspeicher übertragen.
- 25
- 30
- 35

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass ein bestimmtes Betriebskenngrößen-Muster einem bestimmten Fehler anhand der in dem fahrzeugexternen Fehlerspeicher gespeicherten Betriebskenngrößen zugeordnet wird.

- 40
  - 45
  - 50
  - 55
  - 60
  - 65
- Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass triviale Zusammenhänge aus den Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Mustern eliminiert werden. Als trivial wird bspw. der Umstand bezeichnet, dass bei Ausfall eines Sensors der zugehörige Betriebskenngrößenwert verschwindet bzw. außerhalb eines erwarteten Bereichs liegt. Derartige

triviale Zusammenhänge werden im Rahmen der Ermittlung der Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster eliminiert, da die Betriebskenngrößen-Muster mit dem Ziel ermittelt werden, nichttriviale Zusammenhänge zwischen den Betriebskenngrößen und aufgetretenen Fehlern festzustellen. Nichttriviale Zusammenhänge sind bspw. unerwartete oder schwer bzw. gar nicht modellierbare Zusammenhänge. Des Weiteren können aus den Betriebskenngrößen-Mustern redundante und unnötige Informationen eliminiert werden.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Zusammenhang zwischen einem Betriebskenngrößen-Muster und dem Auftreten eines bestimmten Fehlers als Regel abgebildet wird. Die durch die Analyse der Betriebskenngrößen gewonnenen Zusammenhänge werden in Form von Regeln bzw. Algorithmen abgebildet. Die Regeln beschreiben, welche Betriebskenngrößenverläufe bzw. Kombination von Betriebskenngrößenverläufen zu einem bestimmten Fehler führen. Die Regeln beschreiben auch, in welchem Zeitraum vor dem Auftreten des Fehlers dieses charakteristische Betriebskenngrößen-Muster beobachtet werden kann. Alternativ oder zusätzlich wird vorgeschlagen, dass der Zusammenhang zwischen einem Betriebskenngrößen-Muster und dem Auftreten eines bestimmten Fehlers durch eine mathematische Funktion (bspw. eine Faltung) beschrieben wird.

Die eigentliche Implementierung des Verfahrens zum prädiktiven Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs kann in zwei grundlegend Verschiedenen Formen erfolgen:

- zum einen in einer fahrzeuginternen Diagnoseeinrichtung in dem Kraftfahrzeug und
- zum anderen in einer fahrzeugexternen Diagnoseeinrichtung, die bspw. in einer Werkstatt steht.

Deshalb wird gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass die ermittelten Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster von dem fahrzeugexternen Fehlerspeicher an eine fahrzeuginterne Diagnoseeinrichtung des Kraftfahrzeugs übertragen werden, wobei die aktuell erfassten Betriebskenngrößen in der fahrzeuginternen Diagnoseeinrichtung mit den Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster verglichen werden. Die aktuell erfassten Betriebskenngrößen werden mit den Regeln verglichen oder aber die Funktionen werden auf sie angewendet. Bei dieser Ausführungsform kann die prädiktive Diagnose während der Fahrt des Kraftfahrzeugs durchgeführt werden.

Alternativ wird vorgeschlagen, dass die aktuell erfassten Betriebskenngrößen von dem Kraftfahrzeug an eine fahrzeugexterne Diagnoseeinrichtung übertragen werden, die Zugriff auf den fahrzeugexternen Fehlerspeicher hat, wobei die aktuell erfassten Betriebskenngrößen in der fahrzeugexternen Diagnoseeinrichtung mit den Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster verglichen werden. Die aktuell erfassten Betriebskenngrößen werden mit den Regeln verglichen oder aber die Funktionen werden auf sie angewendet.

Als weitere Lösung der vorliegenden Aufgabe schlägt die Erfindung eine Diagnoseeinrichtung zum prädiktiven Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs vor, die Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 8 oder 9 aufweist. Eine solche Diagnoseeinrichtung kann innerhalb des Kraftfahrzeugs, bspw. als Teil einer Steuereinrichtung des Kraftfahrzeugs, oder außerhalb des Kraftfahrzeugs in einer Werkstatt angeordnet sein.

In der Diagnoseeinrichtung werden die empirisch ermittelten Beschreibungen der bestimmten Fehlern zugeordneten Betriebskenngrößen-Muster während des Betriebs des

Kraftfahrzeugs mit aktuell erfassten Betriebskenngrößen verglichen. Die Zusammenhänge zwischen den Betriebskenngrößen-Mustern und dem Auftreten eines bestimmten Fehlers sind bspw. als Regeln in der Diagnoseeinrichtung abgelegt.

### Zeichnungen

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein erfundungsgemäßes Verfahren gemäß einer bevorzugten Ausführungsform; und

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm zum empirisches Ermitteln von Betriebskenngrößen-Mustern in einem Kraftfahrzeug.

In Fig. 1 ist das erfundungsgemäße Verfahren zum prädiktiven Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs 7.1, 7.2 bis 7.m gemäß einer bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Das Verfahren besteht im Wesentlichen aus fünf Schritten. In einem ersten Schritt 1.1, 1.2 bis 1.n werden in einer Vielzahl von Kraftfahrzeugen 6.1, 6.2 bis 6.n Betriebskenngrößen und Informationen zur Charakterisierung der Betriebskenngrößen über einen bestimmten Zeitraum hinweg erfaßt und in den Kraftfahrzeugen 6.1, 6.2 bis 6.n gespeichert.

Bei den Kraftfahrzeugen 6.1, 6.2 bis 6.n und den Kraftfahrzeugen 7.1, 7.2 bis 7.m kann es sich um dieselben, um Teilmengen oder aber auch um unterschiedliche Kraftfahrzeuge handeln, die jedoch sinnvollerweise desselben Typs sind.

Bei Auftreten eines Fehlers in einem der Kraftfahrzeuge 6.1, 6.2 bis 6.n werden die – insbesondere in dem Zeitraum vor dem Auftreten des Fehlers – in dem Kraftfahrzeug 6.1, 6.2 bis 6.n gespeicherten Betriebskenngrößen und Informationen zur Charakterisierung der Betriebskenngrößen in einem zweiten Schritt 2.1, 2.2 bis 2.n an einen externen Fehlerspeicher 8 übertragen.

In einer externen Rechnereinheit 9, die Zugriff auf den externen Fehlerspeicher 4 hat, erfolgt dann in einem dritten Schritt 3 eine Analyse der Betriebskenngrößen mit dem Ziel, für den in dem Kraftfahrzeug 6.1, 6.2 bis 6.n aufgetretenen Fehler ein charakteristisches Betriebskenngrößen-Muster zu identifizieren und dieses in geeigneter Form zu beschreiben. Jedem während des Fahrbetriebs in einem der Kraftfahrzeuge 6.1, 6.2 bis 6.n aufgetretenen Fehler wird auf diese Weise ein charakteristisches Betriebskenngrößen-Muster zugeordnet und in geeigneter Weise beschrieben. Bei der Beschreibung kann es sich um Abbildungen durch Regeln oder um mathematische Funktionen wie bspw. Produkte oder Faltungen handeln.

In einem vierten Schritt 4.1, 4.2 bis 4.m werden die Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster an eine Vielzahl von Kraftfahrzeuge 7.1, 7.2 bis 7.m übertragen. In diesen Kraftfahrzeugen 7.1, 7.2 bis 7.m werden während des Fahrbetriebs in einem fünften Schritt 5.1, 5.2 bis 5.m aktuell erfasste Betriebskenngrößen mit den den einzelnen Fehlern zugeordneten Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster verglichen.

Zur Erläuterung der Schritte 1 bis 3 sind diese in Fig. 2 für eines der Kraftfahrzeuge 6.1, 6.2 bis 6.n als Ablaufdiagramm dargestellt. Zunächst werden in Funktionsblock 10 während des Betriebs des Kraftfahrzeugs 6.1, 6.2 bis 6.n aktuelle Betriebskenngrößen über einen bestimmten Zeitraum hinweg erfaßt, der von Kraftfahrzeug zu Kraftfahrzeug unterschiedlich sein kann. Unter Betriebskenngrößen werden all jene Informationen verstanden, die den Zustand des Kraftfahrzeugs 6.1, 6.2 bis 6.n und seiner Umwelt beschreiben. Dies sind bspw. Signale von in dem Kraftfahrzeug befindlichen Sensoren (Kenndaten der Brennkraftmaschine

oder der Fahrdynamik des Kraftfahrzeugs) oder von der Umfeldsensorik des Kraftfahrzeugs (Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt oder Staubgehalt der Umgebungsluft). Zusätzlich werden auch Informationen zur Charakterisierung der Betriebskenngrößen, bspw. der Zustand von Systemen einschließlich auftretender Fehlercodes sowie Datum, Zeit und/oder Ort der Betriebskenngrößenerfassung erfassst.

Die erfassten Betriebskenngrößen und Informationen werden in einem Funktionsblock 11 zum Zwecke eines späteren Aufrufs abgespeichert. Die erfassten Betriebskenngrößen sind bspw. in Form einer Betriebskenngrößen-Matrix abgelegt, wobei die einzelnen Vektoren unterschiedlichen Betriebskenngrößen und die einzelnen Vektorelemente den Werten der Betriebskenngrößen zu bestimmten Zeitpunkten entsprechen.

In einem Abfrageblock 12 wird überprüft, ob während des Betriebs des Kraftfahrzeugs 6.1, 6.2 bis 6.n ein Fehler in dem Kraftfahrzeug aufgetreten ist. Der Fehler kann bspw. der Ausfall einer bestimmten Komponente oder ein ungewöhnliches Signal eines bestimmten Sensors sein. Wird kein Fehler erkannt wird wieder zu dem Funktionsblock 10 zur Aufnahme weiterer Betriebskenngrößen verzweigt. Falls ein Fehler aufgetreten ist, werden in einem Funktionsblock 13 die erfasste Betriebskenngrößen-Matrix und Informationen bezüglich des aufgetretenen Fehlers (Art, Zeitpunkt, etc.) an den externen Fehlerspeicher 8 übertragen. Es versteht sich, dass die Übertragung der Betriebskenngrößen-Matrix und der Informationen nicht unmittelbar nach dem Auftreten des Fehlers erfolgen muss. Vielmehr können die zu übertragenden Daten bis zur Datenübertragung auch in einem Speicher des Kraftfahrzeugs 6.1, 6.2 bis 6.n zwischengespeichert werden. Die Schritte 1 und 2 gemäß der Blöcke 10 bis 13 werden in einem Kraftfahrzeug 6.1, 6.2 bis 6.n ausgeführt.

Der nachfolgend beschriebene Schritt 3 wird dagegen in einer externen Rechnereinheit 9 ausgeführt, die Zugriff auf den externen Fehlerspeicher 8 hat. In den nachfolgenden Funktionsblöcken 14 bis 18 wird der aufgetretene Fehler diagnostiziert und aus den vor dem Auftreten des Fehlers erfassten Betriebskenngrößen ein sogenanntes Betriebskenngrößen-Muster erstellt und dem diagnostizierten Fehler zugeordnet. Weiter wird eine geeignete Beschreibung des Betriebskenngrößen-Musters ermittelt und an die Kraftfahrzeuge 7.1, 7.2 bis 7.m übermittelt.

Genauer gesagt, werden in Funktionsblock 14 die Werte der dem Fehler zugeordneten Betriebskenngrößen-Matrix mit den Werten von fehlerfreien Betriebskenngrößen-Matrizen verglichen. Die fehlerfreien Betriebskenngrößen-Matrizen stammen aus der Teilmenge von Kraftfahrzeugen 6.1, 6.2 bis 6.n, bei denen dieser Fehler nicht aufgetreten ist, und die ihre Betriebskenngrößen-Matrizen ebenfalls an den Fehlerspeicher 8 übertragen haben.

Aus dem in Funktionsblock 14 durchgeföhrten Vergleich wird in Funktionsblock 15 dann ein für den aufgetretenen Fehler charakteristisches Betriebskenngrößen-Muster erstellt, das diesem Fehler zugeordnet ist. In Funktionsblock 16 wird der Zusammenhang zwischen dem Betriebskenngrößen-Muster und dem Auftreten eines Fehlers in geeigneter Form beschrieben. Zur Beschreibung des Zusammenhangs kann dieser in Form von Regeln abgebildet oder durch mathematische Funktionen (z. B. Faltungen oder Produkte) dargestellt werden. Durch die Beschreibung des Zusammenhangs können triviale Zusammenhänge und redundante bzw. unnötige Informationen eliminiert werden. Dadurch kann in den Kraftfahrzeugen 7.1, 7.2 bis 7.m für den Vergleich der aktuell erfassten Betriebskenngrößen mit den bestimmten Fehlern zugeordneten Beschreibungen Speicherplatz und Rechenzeit eingespart werden.

Die Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den erfassten Betriebskenngrößen und einem aufgetretenen Fehler wird für sämtliche aufgetretenen Fehler ausgeführt, so dass schließlich eine Vielzahl von Regeln und/oder mathemati-

sche Funktionen für die verschiedenen Fehler vorliegen. In Funktionsblock 17 werden die Beschreibungen dann an Diagnoseeinrichtungen 18 in den Kraftfahrzeugen 7.1, 7.2 bis 7.m zur Durchführung des Schritts 5.1, 5.2 bis 5.m des erfundungsgemäßen Verfahrens übertragen.

10 In den Diagnoseeinrichtungen 18 ist das eigentliche Verfahren zum prädiktiven Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs 7.1, 7.2 bis 7.n implementiert. Eine Diagnoseeinrichtung 18 kann, wie in Fig. 1 dargestellt, als fahrzeuginterne Diagnoseeinrichtungen in den Kraftfahrzeugen 7.1,

15 7.2 bis 7.n ausgebildet sein. Die in den Kraftfahrzeugen 7.1, 7.2 bis 7.n aktuell erfassten Betriebskenngrößen werden in der fahrzeuginternen Diagnoseeinrichtung mit den Beschreibungen der fehlercharakteristischen Betriebskenngrößen-Muster verglichen. Bei dieser Ausführungsform kann die prädiktive Diagnose während der Fahrt des Kraftfahrzeugs 7.1, 7.2 bis 7.n durchgeführt werden.

Alternativ wird vorgeschlagen, dass eine Diagnoseeinrichtung 18 als eine fahrzeugexterne Diagnoseeinrichtung ausgebildet ist, die bspw. in einer Werkstatt steht. Dann wer-

20 den die aktuell erfassten Betriebskenngrößen von dem Kraftfahrzeug 7.1, 7.2 bis 7.n an die fahrzeugexterne Diagnoseeinrichtung übertragen, die Zugriff auf den fahrzeugexternen Fehlerspeicher 8 hat. Die aktuell erfassten Betriebskenngrößen werden in der fahrzeugexternen Diagnoseeinrichtung mit den Beschreibungen der fehlercharakteristi-

25 schen Betriebskenngrößen-Muster verglichen. Bei dieser Ausführungsform kann die prädiktive Diagnose bspw. in einer Werkstatt durchgeführt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs (7.1; 7.2 bis 7.m), wobei in einem Kraftfahrzeug (6.1, 6.2 bis 6.n) Betriebskenngrößen und Informationen zur Charakterisierung der Betriebskenngrößen über einen bestimmten Zeitraum hinweg erfasst werden, gekennzeichnet durch die nachfolgenden Schritte:

- aus den vor dem Auftreten eines bestimmten Fehlers in dem Kraftfahrzeug (6.1, 6.2 bis 6.n) erfassten Betriebskenngrößen wird ein Betriebskenngrößen-Muster erstellt, das dem Fehler zugeordnet ist;
- das Betriebskenngrößen-Muster wird in geeigneter Form beschrieben; und
- die aktuell erfassten Betriebskenngrößen werden während des Betriebs des Kraftfahrzeugs (7.1; 7.2 bis 7.m) mit den Beschreibungen der fehlercharakteristischen Betriebskenngrößen-Muster verglichen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein bestimmtes Betriebskenngrößen-Muster einem bestimmten Fehler anhand von in mehreren Kraftfahrzeugen (6.1, 6.2 bis 6.n) erfassten Betriebskenngrößen zugeordnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in den Kraftfahrzeugen (6.1, 6.2 bis 6.n) eines bestimmten Typs jeweils die gleichen Betriebskenngrößen erfasst werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erfassten Betriebskenngrößen, die Informationen zur Charakterisierung der Betriebskenngrößen und die aufgetretenen Fehler von Kraftfahrzeu-

gen (6.1, 6.2 bis 6.n) eines bestimmten Typs an einen außerhalb der Kraftfahrzeuge (6.1, 6.2 bis 6.n) angeordneten Fehlerspeicher (8) übertragen und dort gespeichert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein bestimmtes Betriebskenngrößen-Muster einem bestimmten Fehler anhand der in dem fahrzeugexternen Fehlerspeicher (8) gespeicherten Betriebskenngrößen zugeordnet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass triviale Zusammenhänge aus den Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster eliminiert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Zusammenhang zwischen einem Betriebskenngrößen-Muster und dem Auftreten eines bestimmten Fehlers als Regel abgebildet oder durch mathematische Funktionen beschrieben wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelten Regeln oder mathematischen Funktionen von dem fahrzeugexternen Fehlerspeicher (8) an eine fahrzeuginterne Diagnoseeinrichtung (18) des Kraftfahrzeugs (7.1, 7.2 bis 7.n) übertragen werden, wobei die aktuell erfassten Betriebskenngrößen in der fahrzeuginternen Diagnoseeinrichtung (18) mit den Beschreibungen der fehlercharakteristischen Betriebskenngrößen-Muster verglichen werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die aktuell erfassten Betriebskenngrößen von dem Kraftfahrzeug (7.1, 7.2 bis 7.m) an eine fahrzeugexterne Diagnoseeinrichtung übertragen werden, die Zugriff auf den fahrzeugexternen Fehlerspeicher (8) hat, wobei die aktuell erfassten Betriebskenngrößen in der fahrzeugexternen Diagnoseeinrichtung mit den Beschreibungen der Betriebskenngrößen-Muster verglichen werden.

10. Diagnoseeinrichtung (18) zum prädiktiven Erkennen von Fehlern eines Kraftfahrzeugs (7.1, 7.2 bis 7.m), dadurch gekennzeichnet, dass die Diagnoseeinrichtung (18) Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 8 oder 9 aufweist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

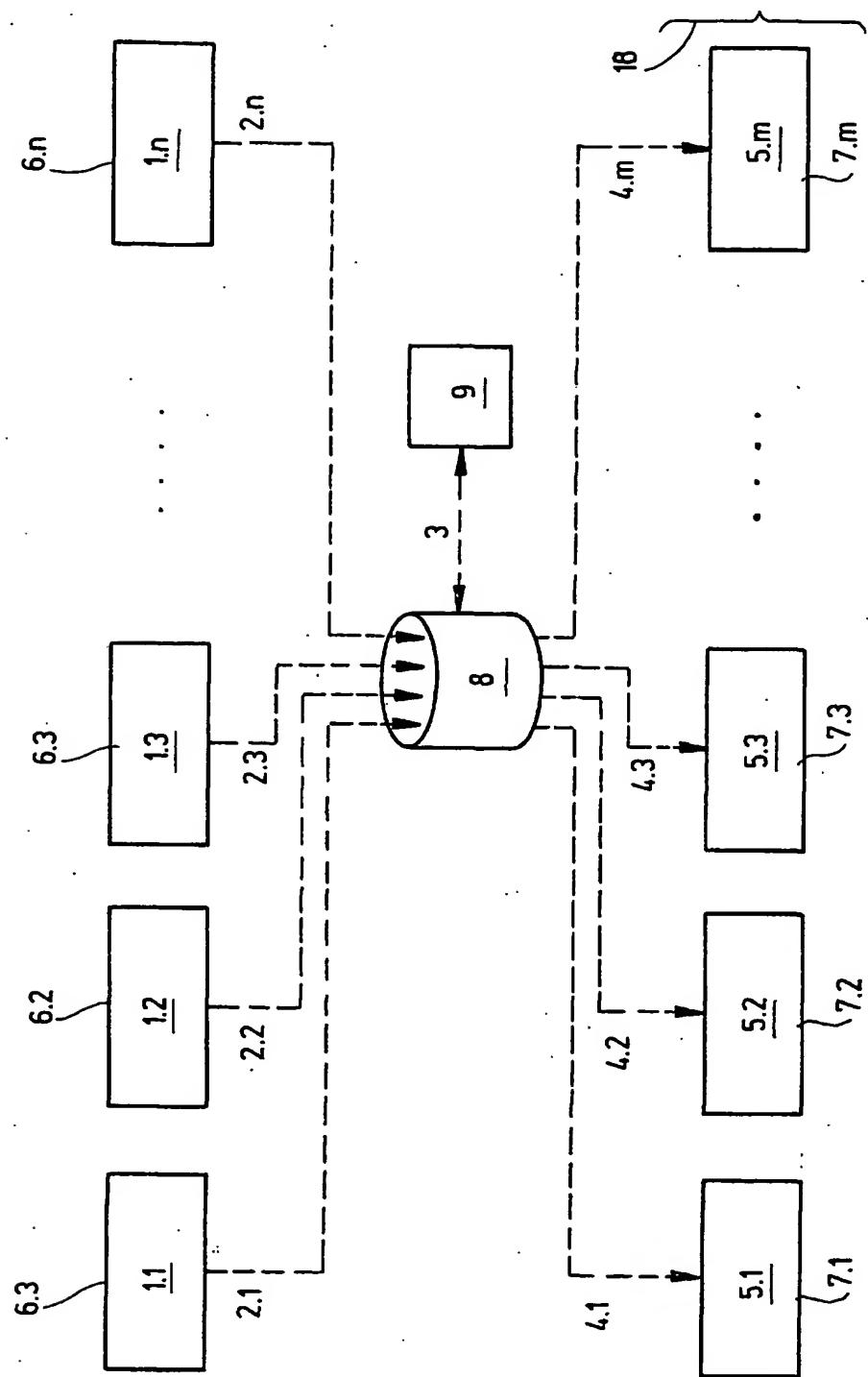


Fig.1

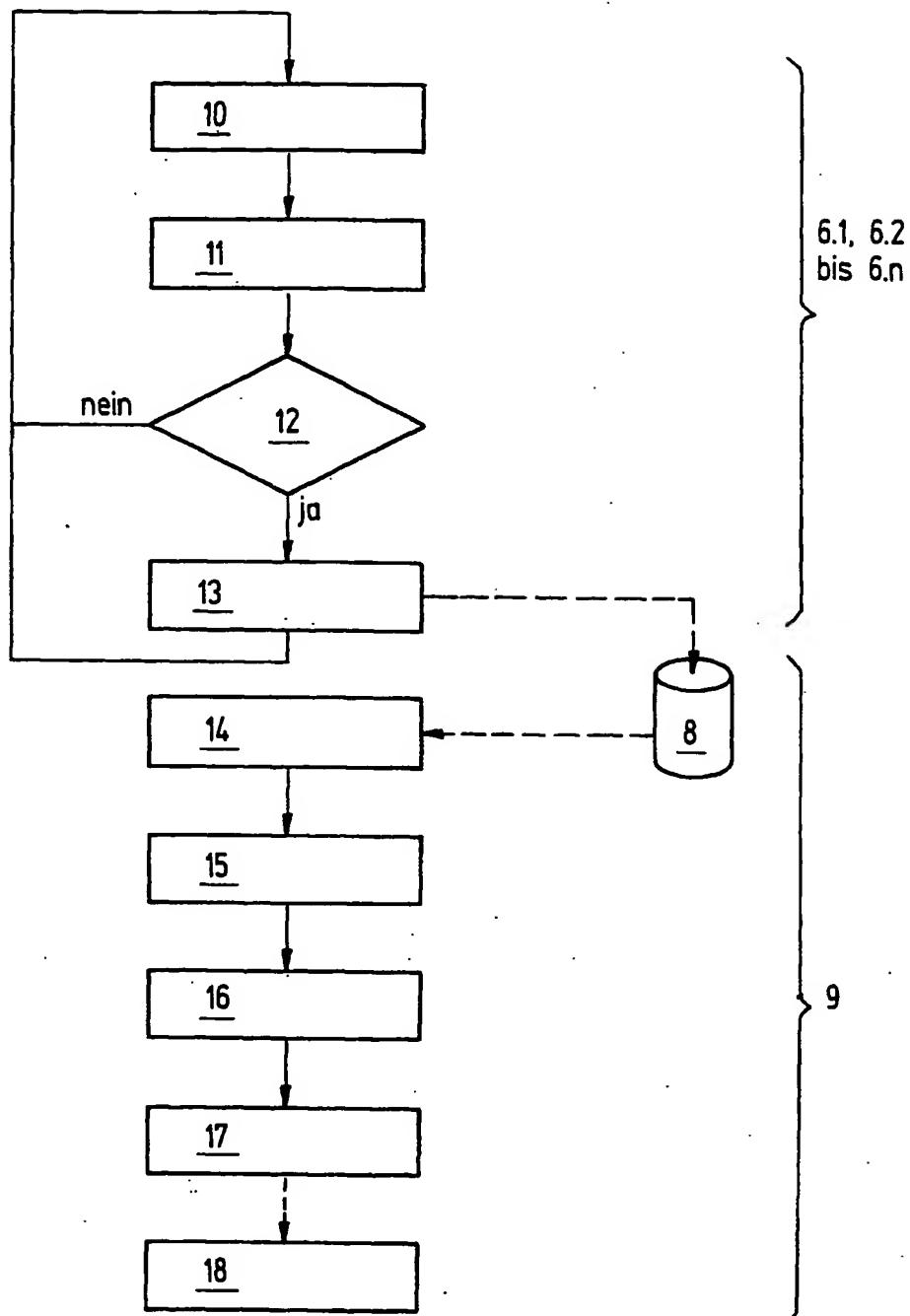


Fig.2